



# La vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito (Ecuador)

Florent Demoraes

## ► To cite this version:

Florent Demoraes. La vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito (Ecuador). P. Metzger, R. D'Ercole. La vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito, Municipio del dist. metropolitano de Quito, IRD, pp.179-202, 2004, Hors Collection. halshs-00129547

**HAL Id: halshs-00129547**

**<https://shs.hal.science/halshs-00129547>**

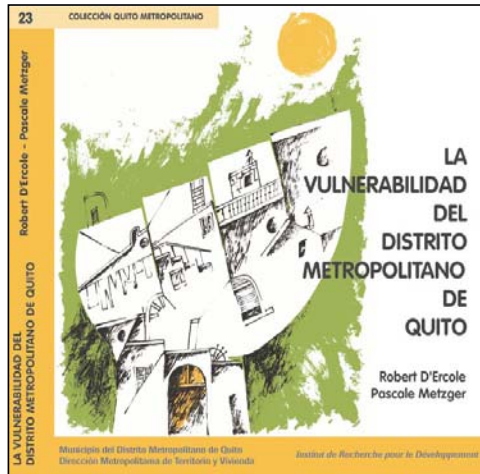
Submitted on 18 Dec 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# La vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito

Robert D'Ercole et Pascale Metzger



## Capítulo 7 – Vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ

Florent Demoraes



## **CAPÍTULO 7**

### **Vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ**

#### **1. Introducción a la vulnerabilidad de la movilidad en el DMQ**

No es preciso demostrar la importancia de la movilidad en el funcionamiento de los territorios y especialmente en el funcionamiento de un sistema urbano. La organización del espacio y su creciente especialización, la interdependencia de los lugares y la extensión de la urbanización, la repartición de las actividades y de los servicios, todas las características de la evolución de los territorios remiten a la necesidad imperiosa de los desplazamientos y al papel clave de la movilidad en el funcionamiento contemporáneo. En todas las grandes ciudades del mundo, las perturbaciones de la movilidad, sean pasajeras o duraderas, se deban a obras de mantenimiento, a movimientos sociales o a

cualquier tipo de fenómeno de origen natural o antrópico, representan una seria perturbación del funcionamiento urbano, sobre todo cuando los elementos esenciales del funcionamiento de la movilidad se ven afectados. Quito no escapa a la norma y ejemplos de cierre de ejes viales o de túneles, de suspensión de los transportes colectivos o incluso el colapso de un puente, demuestran regularmente el carácter indispensable de la movilidad en el funcionamiento del DMQ y la vulnerabilidad de este último en lo que atañe a este campo. Mencionemos como ejemplo el cierre de uno de los principales accesos a la ciudad (la Vía Interoceánica) en mayo de 1998 debido a un derrumbe, y la destrucción del puente de acceso a la urbanización La Pampa al norte de Quito (Pomasqui) en diciembre de 2001 por una crecida del río Monjas.

El análisis de la vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad<sup>1</sup>, descifrando los mecanismos que construyen sus fragilidades y las consecuencias posibles de estas últimas en el territorio, puede proporcionar pistas con miras a hacer al sistema de desplazamientos, y por tanto al sistema urbano, menos vulnerables. En esta perspectiva, se pretende en este capítulo determinar los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ antes de examinar su vulnerabilidad, adoptando un método comparable al utilizado en el caso de la red de energía eléctrica o la de abastecimiento de agua. En fin, se desarrollará una reflexión sobre las consecuencias territoriales potenciales de la vulnerabilidad de esos elementos esenciales.

---

<sup>1</sup> Este capítulo se apoya en la tesis de doctorado de F. Demoraes, investigación realizada en Quito, bajo la dirección de R. D'Ercole en el marco del programa «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito» (véase Demoraes, 2004).

<sup>2</sup> Se afinó el análisis de los elementos esenciales de la movilidad presentado en *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*, lo que explica que los resultados aquí presentados no sean idénticos.

<sup>3</sup> Lo que llamamos «puentes», de manera genérica, corresponde a obras que presentan una sección aérea, es decir dotadas de un vano (tablero) suspendido: puentes, viaductos, estructuras que permiten cruzar los pasos a desnivel, ramales suspendidos de los intercambiadores viales, etc.

<sup>4</sup> Véanse los detalles del método en Demoraes, 2004.

## 2. Los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ

La determinación de los elementos esenciales de la movilidad<sup>2</sup> se basó en un primer levantamiento de todas las infraestructuras que desempeñan un papel en los desplazamientos necesarios para el funcionamiento del Distrito Metropolitano. La segunda etapa consistió en jerarquizar tales elementos con el fin de considerar únicamente aquellos que desempeñan un papel fundamental. Son esos elementos esenciales los que serán objeto luego de un análisis de vulnerabilidad.

Dos categorías de elementos materiales son *a priori* necesarias para la movilidad: los ejes viales y las infraestructuras de transporte colectivo. Dado el objetivo de este trabajo, es decir permitir un análisis de la vulnerabilidad de esos elementos, y teniendo en cuenta sus especificidades técnicas para este tipo de análisis, los túneles y puentes<sup>3</sup> fueron inventariados por separado.

La determinación de los ejes viales esenciales se basó primeramente en la diferenciación de cuatro tipos de ejes según su papel en el funcionamiento del territorio metropolitano y de sus subespacios geográficos<sup>4</sup>. Se trata de las vías de acceso al DMQ (que permiten comunicar al Distrito con el resto del país), de los ejes centro-periferia (específicos ante todo por su papel en los desplazamientos entre la ciudad de Quito y el resto del Distrito), ejes urbanos (que permiten desplazarse al interior de la ciudad) y

ejes del espacio central (que van a definir el acceso y la circulación en el espacio que registra la mayor cantidad de desplazamientos). Criterios a la vez cuantitativos y cualitativos adaptados a cada tipo de eje permitieron jerarquizar toda la red. Se trata de indicadores que dan cuenta esencialmente del volumen del tráfico automotor, de la importancia del eje para los transportes colectivos, del peso demográfico de los espacios periféricos (lo que remite a una estimación de las necesidades de desplazamiento) y de su papel en la comunicación entre los espacios teniendo en cuenta, en especial, la existencia de alternativas y su calidad (circulación más o menos fácil). Los túneles y obras de ingeniería situados en esos ejes esenciales, que permiten su interconexión o condicionan su funcionamiento, alcanzan también el rango de elementos esenciales. Aparte de los ejes, se consideraron como elementos esenciales ciertos nodos de la red vial y de la red de transporte colectivo. Corresponden a los lugares que a la vez registran los mayores movimientos de pasajeros y dinámicas de desplazamiento de primera importancia para el Distrito<sup>5</sup> (véase el mapa 7-1).

El resultado de esta jerarquización permitió llegar a la selección de 92 elementos esenciales para la movilidad en el DMQ, es decir 34 tramos viales<sup>6</sup>, 3 túneles, 43 puentes y 7 infraestructuras para el transporte colectivo (véase mapa 7-2). Además de las vías principales de acceso al Distrito y los ejes centro-periferia, estos elementos esenciales presentan una fuerte concentración en el espacio central de Quito y particularmente entre el centro histórico al sur y la avenida Patria al norte.

### 3. Metodología de análisis de la vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad

Como en el caso de los demás elementos esenciales, el análisis de la vulnerabilidad de los correspondientes a la movilidad se basa en una metodología específica que tiene en cuenta la particularidad de los elementos y que trata de evidenciar los seis tipos de vulnerabilidad definidos anteriormente.

Los criterios de análisis de la vulnerabilidad intrínseca adoptados se detallan en el cuadro 7-1. La vulnerabilidad debida a la dependencia de elementos exteriores se basa en una identificación de sus necesidades en relación con otros sistemas o redes, tales como las telecomunicaciones o la energía eléctrica, imprescindibles en ciertos ejes (para el funcionamiento de los semáforos tricolor o del trolebús), para los túneles (ventilación y alumbrado) y para los centros de transporte colectivo. En lo que se refiere a la vulnerabilidad por exposición a las amenazas y susceptibilidad de daños, se tomaron en cuenta los seis tipos de amenazas analizadas en el capítulo 3. Además, en el caso de la amenaza volcánica, se hizo

<sup>5</sup> Por ejemplo, el intercambiador El Trébol es un lugar de conexión entre los autobuses provenientes del valle de Los Chillos y las líneas urbanas. Estas permiten llegar tanto al norte como al centro y sur de la ciudad.

<sup>6</sup> delimitados en función de la existencia de grandes intersecciones y de características funcionales homogéneas.

**Cuadro 7-1: Criterios de análisis de la vulnerabilidad intrínseca por tipo de elemento esencial**

Tipos de elementos esenciales de la movilidad	Criterios de análisis de la vulnerabilidad intrínseca
Ejes	Estado del revestimiento
	Funcionalidad
	Pendiente máxima
	Sinuosidad
	Número de rellenos
	Número de viaductos, puentes y túneles
	Número de sistemas de semáforos tricolor
	Embotellamientos, contaminación, accidentes
	Fragilidad del transporte colectivo
	Transporte de combustibles
	Perturbaciones sociales
Túneles	Longitud
	Estado del revestimiento
	Calidad de la construcción
	Calidad del alumbrado
	Calidad de la ventilación
	Limpieza requerida
Puentes	Daño y desgaste aparente de la estructura
	Material de construcción utilizado
	Calidad parasísmica de la obra
	Tipo de subsuelo (relleno...)
Centros de transporte	Daño y desgaste aparente de la estructura
	Inflamabilidad
	Calidad parasísmica de la obra
	Presencia de rellenos subyacentes

Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD

una distinción entre aquella ligada a la caída de ceniza y las demás (lahares, flujos piroclásticos...). La caída de ceniza, como pudo observarse durante las erupciones de los volcanes Guagua Pichincha y El Reventador, afectan de manera particular a la movilidad.

La capacidad de control fue determinada partiendo del inventario de los medios de vigilancia (y por tanto de detección de problemas) y de las capacidades de intervención existentes en los diferentes ejes y lugares (telecontrol mediante cámara de video, personal asignado específicamente, accesibilidad...). La evaluación de la vulnerabilidad ligada a la existencia y la calidad de alternativas de funcionamiento se basó principalmente en un censo de los itinerarios alternativos, en la existencia de infraestructuras de repuesto y en la apreciación cualitativa de las perturbaciones en los demás elementos que conllevaría la pérdida de funcionalidad de un elemento esencial de la movilidad (por ejemplo, el impacto del cierre de un túnel en el eje mayor del que forma parte). Se apoya igualmente en la identificación de las alternativas en términos de abastecimiento de energía eléctrica para los elementos que dependen de ella. La preparación para crisis se apreció de manera cualitativa, con base en los diferentes criterios utilizados habitualmente para su análisis (existencia de planes de manejo de crisis, de personal capacitado, autonomía energética, práctica de simulacros...), a los que se agregaron otros adaptados a la especificidad de los elementos esenciales de la movilidad, como por ejemplo los planes de limpieza

de los ejes (lo que fue experimentado durante las recientes crisis volcánicas)<sup>7</sup>.

A partir de este trabajo analítico, se calculó para cada elemento esencial un indicador sintético de vulnerabilidad que va de 1 a 5<sup>8</sup>. El método empleado permite comparar los grados de vulnerabilidad de los diferentes tipos de elementos esenciales de la movilidad y elaborar la cartografía correspondiente.

#### **4. Vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad**

##### **Los ejes viales**

Las diferentes formas de vulnerabilidad de los ejes viales, elementos esenciales de la movilidad en el DMQ, se presentan en los mapas 7-3A a 7-3F, que ponen en evidencia situaciones extremadamente contrastadas según el tipo de vulnerabilidad.

De una manera general, la vulnerabilidad intrínseca de los ejes es relativamente baja incluso si a menudo se alcanza el grado 3 (Panamericana Sur, Vía Interoceánica, autopista Rumiñahui y algunos

<sup>7</sup> Véase el detalle de los criterios adoptados en Demoraes, 2004, p. 200-201.

<sup>8</sup> 1 = vulnerabilidad nula o muy baja; 2 = vulnerabilidad relativamente baja; 3 = vulnerabilidad relativamente elevada; 4 = vulnerabilidad elevada; 5 = vulnerabilidad muy elevada.



tramos situados en la ciudad de Quito). En cambio, si bien la vulnerabilidad debida a la dependencia de elementos exteriores sigue siendo baja en la casi totalidad de la red, presenta un valor muy elevado en el eje central. Eso se debe a la presencia en dicho eje del trolebús y de numerosos semáforos tricolor que requieren de energía eléctrica y también de un sistema de radio-comunicación. La vulnerabilidad ligada a la exposición y la susceptibilidad de daños frente a las amenazas es relativamente homogénea, presentando la mayoría de ejes una vulnerabilidad elevada a muy elevada, en especial en la ciudad de Quito donde coexisten numerosas amenazas de origen tanto natural como antrópico. El análisis de la capacidad de control pone en evidencia la fragilidad de los accesos a la ciudad y al Distrito, y particularmente la de los ejes Panamericana Norte y Sur y la autopista Rumiñahui. La causa principal es la ausencia de equipos de vigilancia. Esos mismos ejes muestran igualmente grados de vulnerabilidad más bien elevados en lo que respecta a las alternativas de funcionamiento y a la preparación para crisis. Así, en caso de accidente o de interrupción del tráfico, las perturbaciones pueden ser importantes y el tiempo de llegada de los auxilios relativamente largo.

La lectura cruzada de las vulnerabilidades permite así destacar las múltiples vulnerabilidades de ciertos

ejes. Posibilita igualmente mostrar que ciertos tipos de vulnerabilidad desempeñan un papel de reequilibrio en relación con otros. Así, la vulnerabilidad muy elevada del eje del trolebús en términos de dependencia y de susceptibilidad de daños, y relativamente elevada en materia de vulnerabilidad intrínseca, es al menos parcialmente contrabalanceada por una capacidad satisfactoria de control y de intervención, una preparación adecuada para las crisis y la existencia de alternativas de funcionamiento. Dicho de otro modo, en caso de problema en este eje, existe una real capacidad de detectarlo y de atenuar sus impactos.

### Los puentes

La vulnerabilidad de los puentes y otras obras de ingeniería vial que comprenden al menos una sección aérea, es muy heterogénea según la forma de vulnerabilidad analizada (mapas 7-4A a 7-4F). Es nula en términos de dependencia, pues los puentes no dependen para funcionar de ningún sistema en particular, pero su vulnerabilidad intrínseca es, en conjunto, muy elevada e identificable en especial por su estado aparente (desgaste, fisuras, calidad de los materiales, sismo-resistencia<sup>9</sup>) y los tipos de suelo sobre los que se encuentran (14 obras están situadas sobre rellenos que sin embargo en su mayoría ya son antiguos y están consolidados). Frente a las amenazas, la vulnerabilidad ligada a la exposición y la susceptibilidad de daños de esas obras es más bien baja, en todo caso muy inferior a la de los ejes viales y ello gracias a su limitada extensión

---

<sup>9</sup> Únicamente 2 obras de las 43 responden de manera satisfactoria a las normas de sismo-resistencia.

espacial<sup>10</sup>. Sin embargo, siendo elevada su vulnerabilidad intrínseca, la concreción de una amenaza, incluso de poca magnitud, podría acarrear daños importantes. Esta situación es preocupante en la medida en que, paralelamente, las alternativas viales, la capacidad de control y la preparación para situaciones de crisis son limitadas. En relación con estos tres criterios de análisis, únicamente la zona central presenta una situación satisfactoria.

### Los túneles

De manera general, los tres túneles analizados se encuentran en un estado poco satisfactorio pero no por ello crítico. Muestran un grado moderado de vulnerabilidad intrínseca y de exposición a las amenazas, y la capacidad de control es más bien satisfactoria (mapas 7-5A a 7-5F). Afortunadamente se trata de túneles relativamente cortos (máximo 700 m), lo que influye en su exposición a las amenazas y facilita la capacidad de control. Sin embargo, los túneles San Roque y San Juan presentan un problema de permeabilidad, San Diego un problema de evacuación de aguas y los tres una ventilación deficiente. En términos de alternativas de funcionamiento y de preparación para crisis, el análisis muestra una vulnerabilidad muy elevada y elevada respectivamente. En efecto, por una parte, no existe realmente alternativa vial cercana y satisfactoria para reemplazar la travesía de los túneles: los demás itinerarios importantes que permiten conectar el norte y el sur de la ciudad están situados del otro lado y van por ejes ya saturados. Por otra parte, no existe una preparación

específica para enfrentar una situación de crisis en los túneles, ni en las instancias municipales, ni al interior de la Policía o del Cuerpo de Bomberos<sup>11</sup>.

### Los centros de transporte colectivo

En lo que respecta a los elementos esenciales del transporte colectivo, el grado de vulnerabilidad más elevado es alcanzado por la exposición a las amenazas y la dependencia de elementos exteriores (mapas 7-5A a 7-5F). En efecto, estos dependen estrechamente de la energía eléctrica pero, paralelamente, disponen todos de generadores. En cambio, están muy expuestos a las amenazas y son susceptibles de daños. El terminal terrestre Cumandá está expuesto a todos los tipos de amenazas, salvo la ligada a la presencia de productos peligrosos. Por otro lado, la

<sup>10</sup> Esta apreciación se basa en la consideración simultánea de varias amenazas. Pocos puentes están, en efecto, muy expuestos a varias amenazas y son susceptibles de daños. En cambio, varios de ellos soportan una o dos amenazas. Por ejemplo, 5 obras de 43 están fuertemente expuestas a los aluviones, 10 a los deslizamientos de terreno, 8 a las amenazas volcánicas (en especial flujos de lodo), 7 sufrirían importantes daños en caso de sismo severo, 2 se sitúan en las inmediaciones de establecimientos que almacenan productos peligrosos.

<sup>11</sup> En el plan de contingencia elaborado cuando la crisis del volcán Pichincha, se contempló la posibilidad de cerrar los túneles por precaución, pero no se ofreció ningún itinerario alternativo señalado.

preparación para crisis está lejos de ser óptima. En total, la vulnerabilidad es más bien elevada lo cual puede comprometer, en caso de crisis, el funcionamiento del transporte colectivo.

## **5. La vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad: síntesis**

Se elaboró un grado sintético de vulnerabilidad acumulada de los elementos esenciales de la movilidad<sup>12</sup>. El resultado presentado en el mapa 7-6 muestra que los centros de transporte colectivo son menos vulnerables que los otros tipos de elementos esenciales de la movilidad. Las mayores vulnerabilidades (cuadro 7-2) corresponden a los ejes que permiten acceder a la ciudad de Quito, a 7 obras viales y a 2 túneles. La Panamericana Norte, la Panamericana Sur y el eje mayor que atraviesa el valle de Tumbaco son los ejes

más vulnerables. Presentan un cúmulo de tipos de vulnerabilidad por exposición a las amenazas, una deficiente capacidad de control, alternativas viales a menudo limitadas y ausencia de preparación para el manejo de crisis. Ahora bien, se sabe que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento urbano, tanto para la movilidad de personas como para el abastecimiento alimentario y de combustibles. En esos mismos ejes, la mayoría de puentes presentan un grado de vulnerabilidad sintético elevado a muy elevado, lo que no hace sino reforzar la vulnerabilidad de esas vías esenciales de acceso. Los elementos esenciales de la movilidad situados en la ciudad de Quito son globalmente menos vulnerables que los ejes centro-periferia, pero se observará que varios ejes mayores alcanzan un elevado grado de vulnerabilidad (4) y que los túneles son particularmente vulnerables.

## **6. Enfoque territorial de las consecuencias de la vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad**

Con el objetivo de apreciar las implicaciones territoriales de la vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad, se realizó un trabajo específico de análisis. En otras palabras, se trata de saber en qué medida la accesibilidad de los espacios del DMQ puede verse afectada por la pérdida de funcionalidad de los ejes más vulnerables. Se contemplaron varios escenarios que implican métodos diferentes<sup>13</sup> pero, en el marco de este libro, el análisis presentado se centra en la reducción de la

---

<sup>12</sup> Nos basamos en una ponderación de los valores parciales de vulnerabilidad, con el fin de destacar mejor las diferencias entre baja y elevada vulnerabilidad. Los valores adoptados por las 6 formas de vulnerabilidad van de 1 a 5 (1, 2, 3, 4, 5) y fueron ponderados mediante una progresión por el método de los cuadrados que va de 1 a 25 (1, 4, 9, 16, 25). Para elaborar la vulnerabilidad sintética de cada elemento esencial, se efectuó la suma de esos valores ponderados. El resultado fue luego discretizado en 5 clases que van de 1 (vulnerabilidad global nula o muy baja) a 5 (vulnerabilidad global muy elevada).

<sup>13</sup> Véase Demoraes, 2004.

**Cuadro 7-2: Elementos esenciales de la movilidad más vulnerables**  
(grado 5 de vulnerabilidad sintética acumulada)

Denominación y localización del elemento	Tipo de elemento
Panamericana Norte	Tramo vial
Panamericana Sur	Tramo vial
Vía Interoceánica	Tramo vial
Vía a Tabacundo – Río Pisque	Puente
Panamericana Norte – Río Guayllabamba	Puente
Vía Interoceánica – Río Machángara	Puente
Vía Interoceánica – Río San Pedro	Puente
Vía Interoceánica – Quebrada Auqui Chico	Puente
Vía Interoceánica – Río Chiche	Puente
Autopista Rumiñahui – Río San Pedro (San Rafael)	Puente
San Juan	Túnel
San Roque	Túnel

Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD

accesibilidad de las 44 zonas delimitadas en el capítulo 2, que corresponden a «cuencas viales»<sup>14</sup>. Tal reducción de la accesibilidad se aprecia únicamente a través de la vulnerabilidad de su acceso inmediato desde las zonas circundantes.

Los ejes considerados vulnerables son los que acumulan altas vulnerabilidades (grados 4 y 5 en el mapa 7-6 de este capítulo) en la red vial misma y que

<sup>14</sup> Véase en especial el mapa 2-2 del capítulo dedicado a la accesibilidad de los espacios en el DMQ. Recordemos que lo que llamamos «cuencas viales», en la medida en que pueden de cierta manera compararse a las cuencas vertientes hidrográficas, corresponde a zonas delimitadas en función de la armazón de la red vial estructurante y principal, la que a su vez está dispuesta según la topografía y la hidrografía.

comprenden túneles o puentes muy vulnerables. Comprendidos desde esta lógica, los segmentos de la red vial más vulnerables son 5:

- la Panamericana Norte (acceso nororiental)
- la Vía Interoceánica (acceso oriental)
- la autopista Rumiñahui (acceso suroriental)
- la Panamericana Sur (acceso sur)
- el eje de los túneles (comunicación norte-sur)

La interrogante a la que se trata de dar respuesta es concretamente la siguiente: si los ejes mayores muy vulnerables que atienden a cada zona estuvieran cerrados, hipótesis plausible puesto que el análisis demuestra su muy elevada vulnerabilidad, ¿cuáles serían las consecuencias para cada zona? Para evaluar las posibilidades de reducción del acceso inmediato a cada zona, se adoptaron dos criterios:

- el número de accesos principales a la zona que pueden verse interrumpidos (por ser muy vulnerables) en relación con el número total de accesos principales;
- el número de vías secundarias que atienden a la zona (suponiendo que sigan siendo funcionales).

Se considera que, para cada zona, las posibilidades de reducción de la accesibilidad son tanto mayores cuanto menor es el número de accesos y mayor la vulnerabilidad de los mismos. Se determinaron 6 niveles de impacto posible de la vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en la accesibilidad

de las zonas, que van desde una incidencia nula (valor 1) a una incidencia muy fuerte (valor 6).

Los resultados se presentan en el mapa 7-7 que muestra que el cierre de los tramos más vulnerables de la red vial no afectaría de manera homogénea al Distrito Metropolitano. Lógicamente, las 19 zonas que no son atravesadas por un elemento esencial de la movilidad no están incluidas; se trata de las zonas rurales ubicadas al oeste y al norte del DMQ. En las zonas urbanas y suburbanas orientales, en cambio, la incidencia de la falla de un elemento esencial de la movilidad está lejos de ser insignificante. De las 15 zonas en cuestión, 14 pueden experimentar una reducción al menos moderada de su accesibilidad. La incidencia muy fuerte del cierre de los ejes de comunicación significa que ciertas zonas podrían incluso encontrarse en una situación cercana al aislamiento. Es el caso en especial de aquellas que en el mapa 2-2 del capítulo 2 se llamaron B4 (cañón del río Guayllabamba – Oyacoto), C3 (Cumbayá – Lumbisí), C4 (Altos de Cumbayá – urbanización Miravalle) y F1 (Colinas del Pichincha – El Armero – San Juan – La Libertad). Por su parte, las zonas C2 (Tumbaco) y B3 (Guayllabamba) verían su accesibilidad sumamente reducida.

A partir de esas zonas difícil o muy difícilmente accesibles en caso de pérdida de funcionalidad de los ejes más vulnerables, se contemplaron dos tipos de análisis: por una parte, apreciar la vulnerabilidad de la población susceptible de aislamiento, y por otra, evaluar las consecuencias territoriales de tal tipo de

situación identificando los elementos esenciales de funcionamiento del Distrito existentes en esas zonas.

La vulnerabilidad de la población fue determinada según el grado de autonomía que caracteriza a la zona susceptible de aislamiento, habiéndose evaluado este último con base en cuatro tipos de datos: disponibilidad de agua (capacidad de los tanques y existencia de pozos); disponibilidad de alimentos (número de puntos de venta y de lugares de almacenamiento); presencia de capacidades médicas (número de centros de atención médica, número de camas de hospital); posibilidad de atención a los damnificados (número de ambulancias, de refugios)<sup>15</sup>. El resultado aparece en el mapa 7-8 que indica que las zonas de Miravalle, Oyacoto y San Juan/La Libertad son las más desprovistas de capacidades locales. Su población estaría entonces difícilmente en capacidad de afrontar una situación de crisis duradera.

Por su parte, el mapa 7-9 representa, en cada zona susceptible de aislamiento, o al menos muy difícilmente accesible, los elementos esenciales de funcionamiento del Distrito que allí se encuentran. El número relativamente elevado de elementos esenciales hace pensar que un aislamiento de estas zonas tendría un impacto importante a nivel de una parte del Distrito, e incluso de su totalidad. Entre esos elementos esenciales figuran algunos correspondientes al abastecimiento y a la distribución de energía eléctrica (la central de producción de Cumbayá, la subestación Selva Alegre, líneas eléctricas mayores), al suministro y a la distribución alimentarios (mercados y

supermercados), a las telecomunicaciones (antenas), un establecimiento de salud (clínica La Primavera), una universidad (San Francisco), algunas empresas importantes y una administración zonal (Tumbaco).

No se trata aquí sino de un escenario basado en la hipótesis (totalmente plausible) del cierre simultáneo de los ejes viales más vulnerables e, incluso, solo se consideraron los problemas ligados al acceso inmediato a una zona desde las zonas vecinas. Sería necesario contemplar otros escenarios que pondrían en evidencia, una vez más, efectos territoriales más o menos graves tanto para las comunidades como para el Distrito en su conjunto. Esto presentaría un interés evidente a la vez para el manejo de crisis y para la planificación preventiva del territorio.

## Conclusión

En síntesis, el análisis de los elementos esenciales de la movilidad y de su vulnerabilidad evidencia ciertas fragilidades de la red vial del DMQ. Ciertos ejes esenciales para la comunicación del Distrito con el resto del país y un eje mayor de la circulación intra metropolitana son extremadamente vulnerables, lo que puede fragilizar el funcionamiento del territorio en su conjunto, ya sea en período de crisis o en período normal. El cierre de los ejes mayores que son

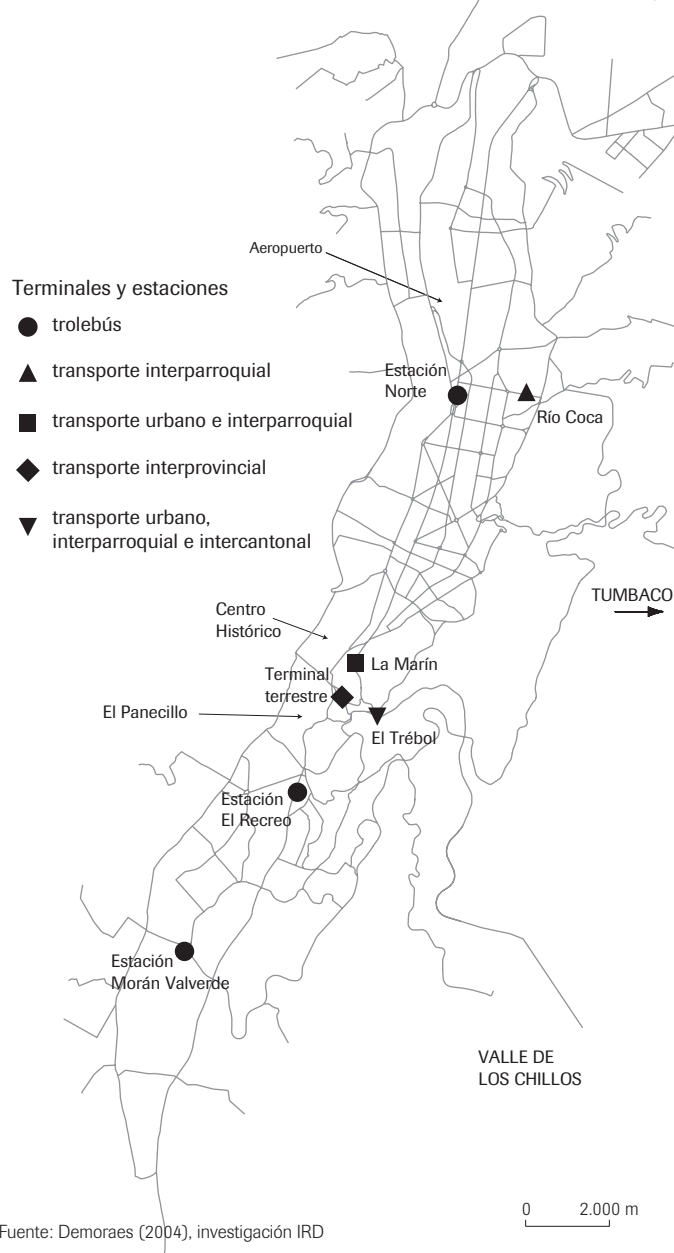
---

<sup>15</sup> El detalle de la metodología se encontrará en Demorraes, 2004.

la Panamericana Norte, la Panamericana Sur y la Vía Interoceánica así como la de los túneles y de las obras de ingeniería, cuya fuerte vulnerabilidad se demostró, tendría graves consecuencias. Estas no se resumirían únicamente en el aislamiento de ciertos sectores geográficos, sino que se manifestarían igualmente en una perturbación grave de las comunicaciones al interior de todo el DMQ y con las provincias vecinas.

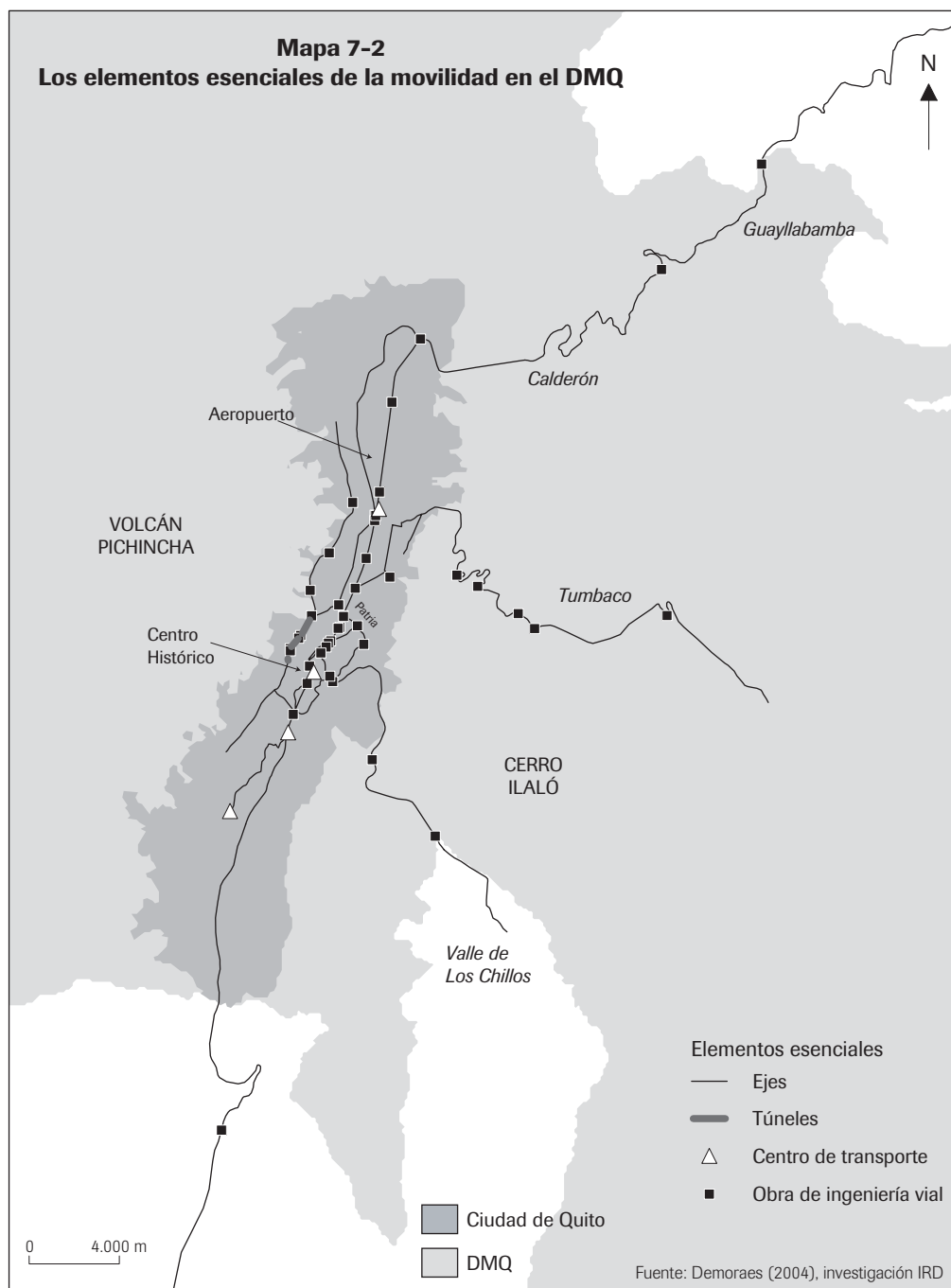
A la multiplicidad de formas de vulnerabilidad puestas en evidencia en este trabajo de análisis corresponde una multiplicidad de acciones de prevención posibles. Se trate ya sea del refuerzo físico de puentes frágiles, de la organización de una preparación para el manejo de crisis en el caso de los túneles y las terminales del transporte colectivo, del mejoramiento del telecontrol, de la definición o de la elaboración de itinerarios alternativos, las posibilidades de reducir eficazmente la vulnerabilidad de la movilidad en el DMQ son numerosas.

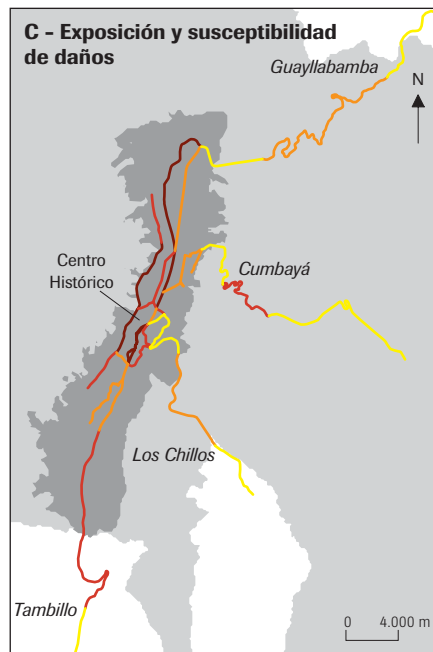
**Mapa 7-1: Estaciones y terminales esenciales para el transporte colectivo en el DMQ**





**Mapa 7-2**  
**Los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ**

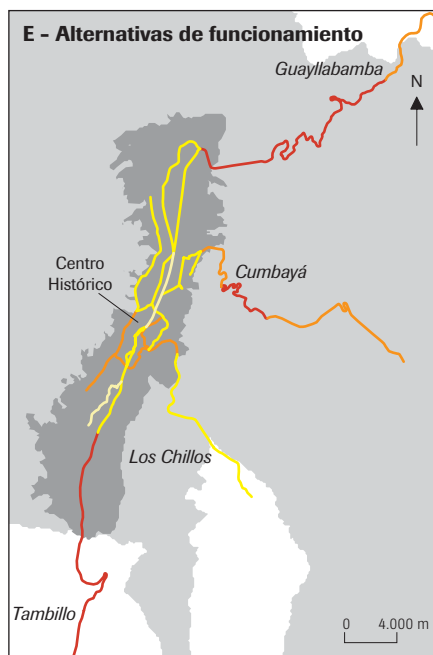




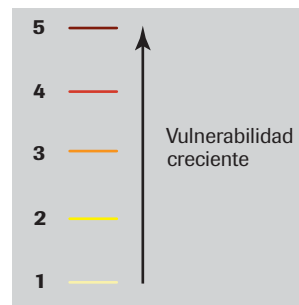
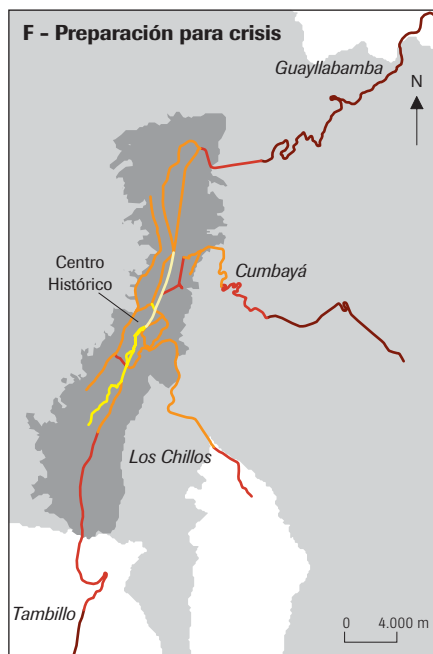
**Mapa 7-3**  
**Vulnerabilidad de los**  
**elementos esenciales**  
**de la movilidad en el DMQ**  
**—Los ejes viales—**



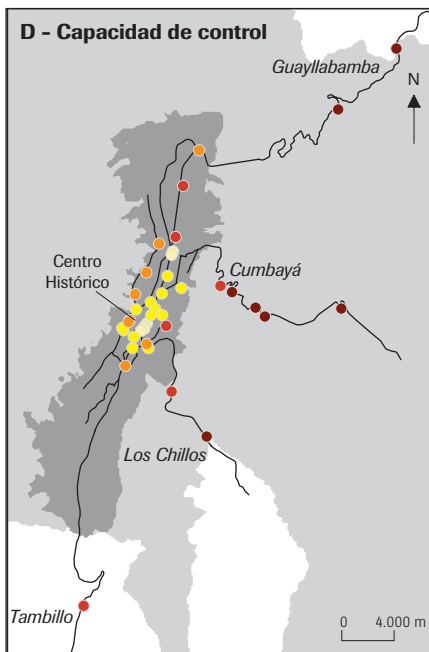
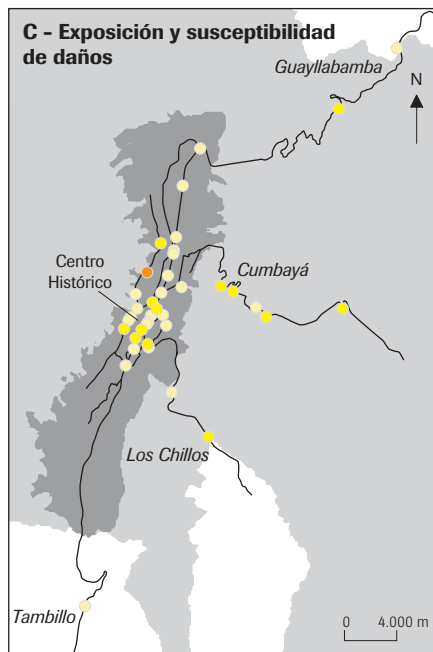
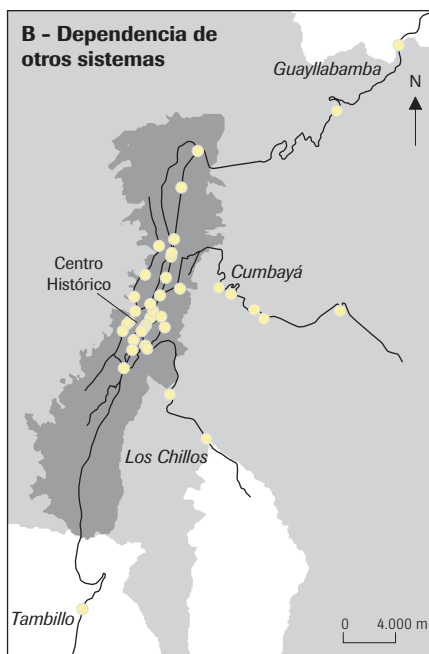
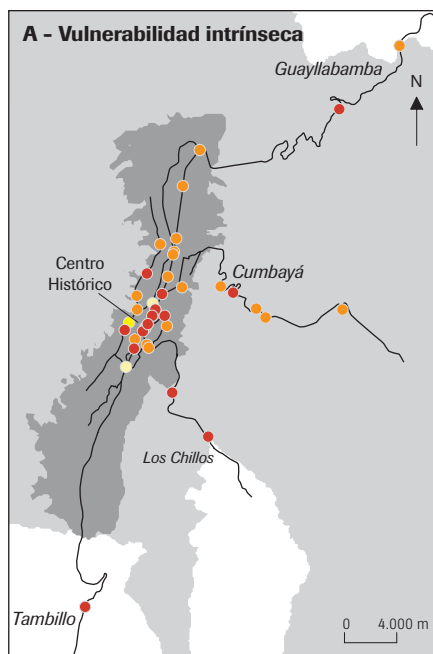
Fuente: Demoraes (2004)



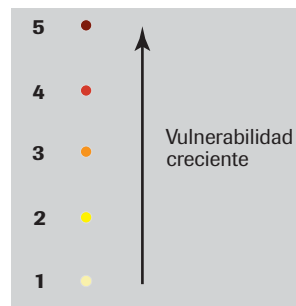
**Mapa 7-3**  
**Vulnerabilidad de los elementos esenciales**  
**de la movilidad en el DMQ – Los ejes viales**  
 (continuación)



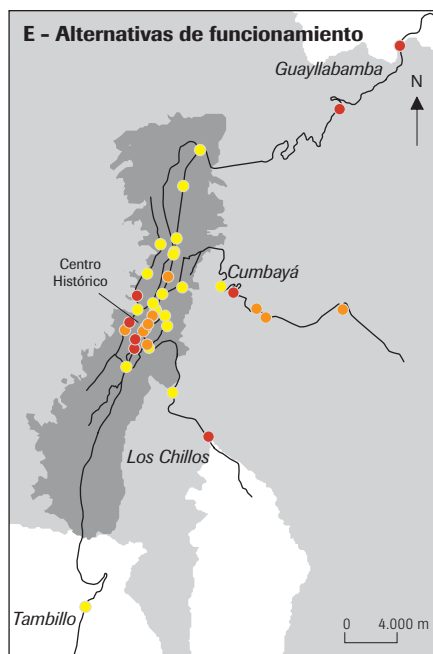
Fuente: Demoraes (2004)



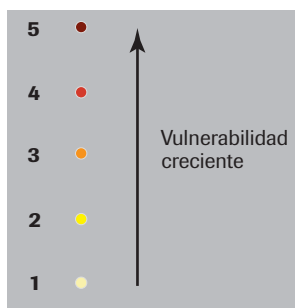
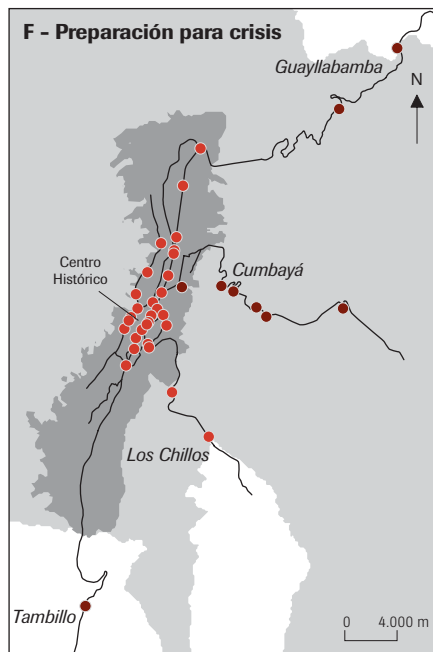
**Mapa 7-4**  
**Vulnerabilidad de los**  
**elementos esenciales**  
**de la movilidad en el DMQ**  
**—Puentes y otras obras**  
**de ingeniería—**



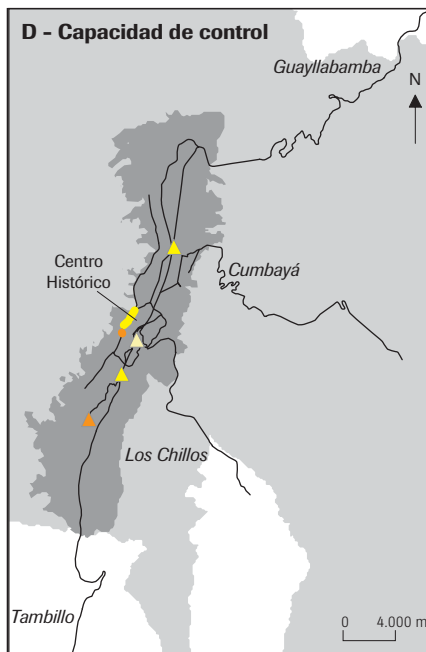
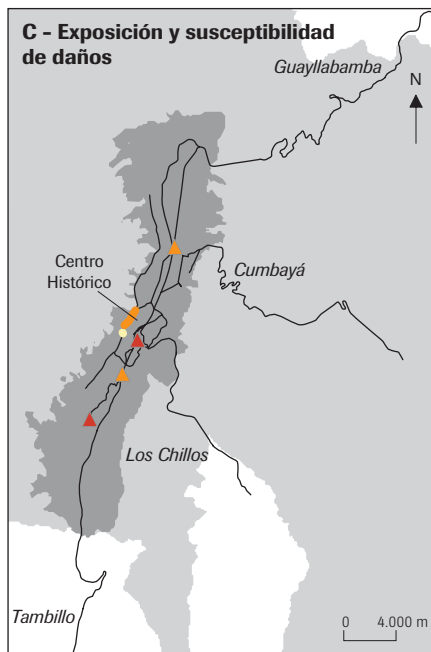
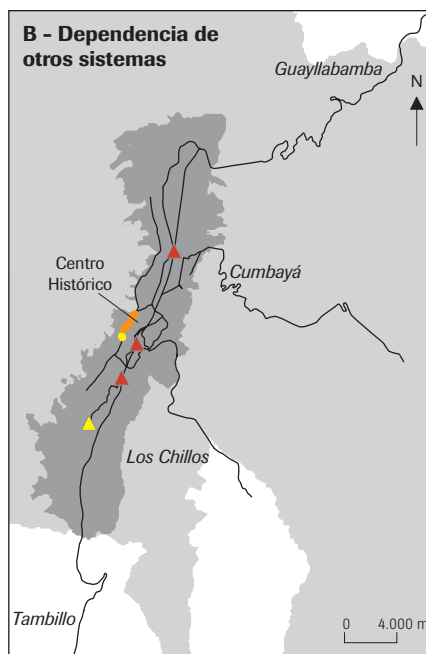
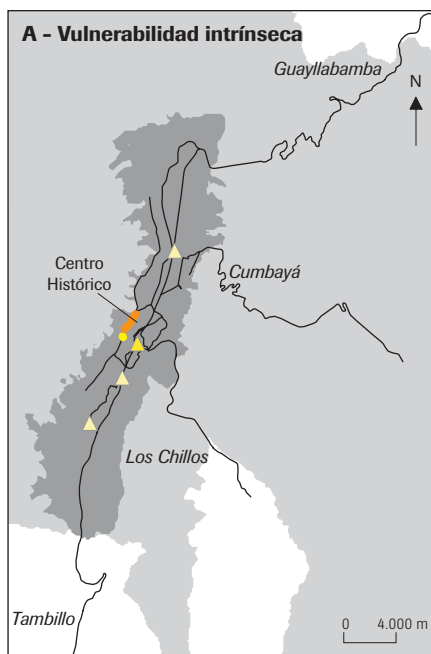
Fuente: Demoraes (2004)



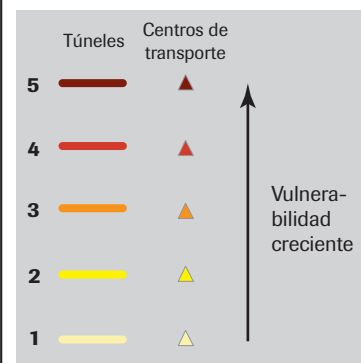
**Mapa 7-4**  
**Vulnerabilidad de los elementos esenciales**  
**de la movilidad en el DMQ –**  
**Puentes y otras obras de ingeniería**  
 (continuación)



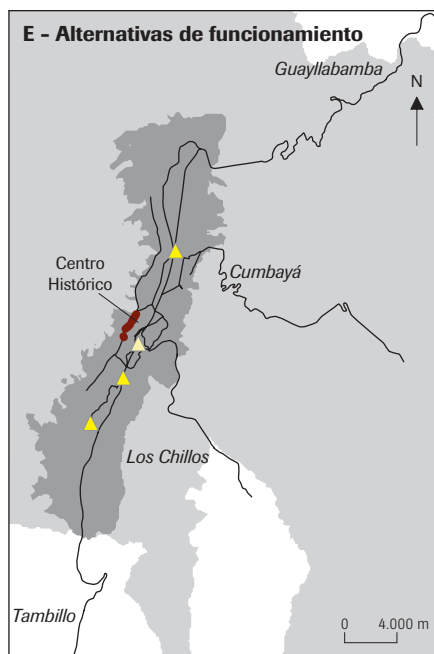
Fuente: Demoraes (2004)



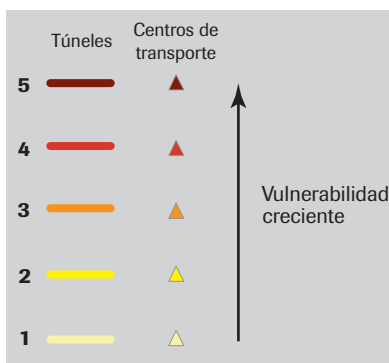
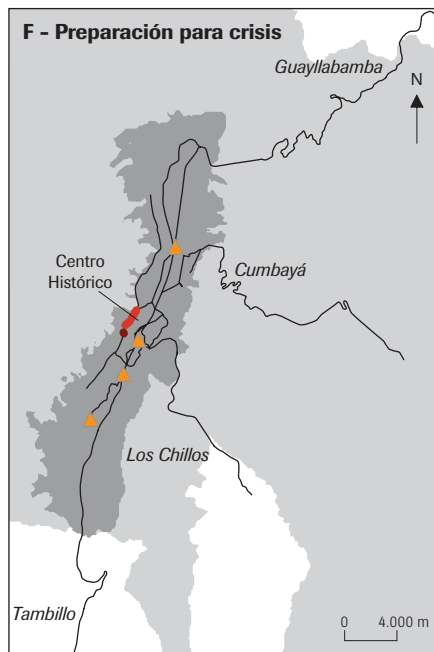
**Mapa 7-5**  
**Vulnerabilidad de los**  
**elementos esenciales**  
**de la movilidad en el DMQ**  
**—Túneles y centros**  
**de transporte—**



Fuente: Demoraes (2004)

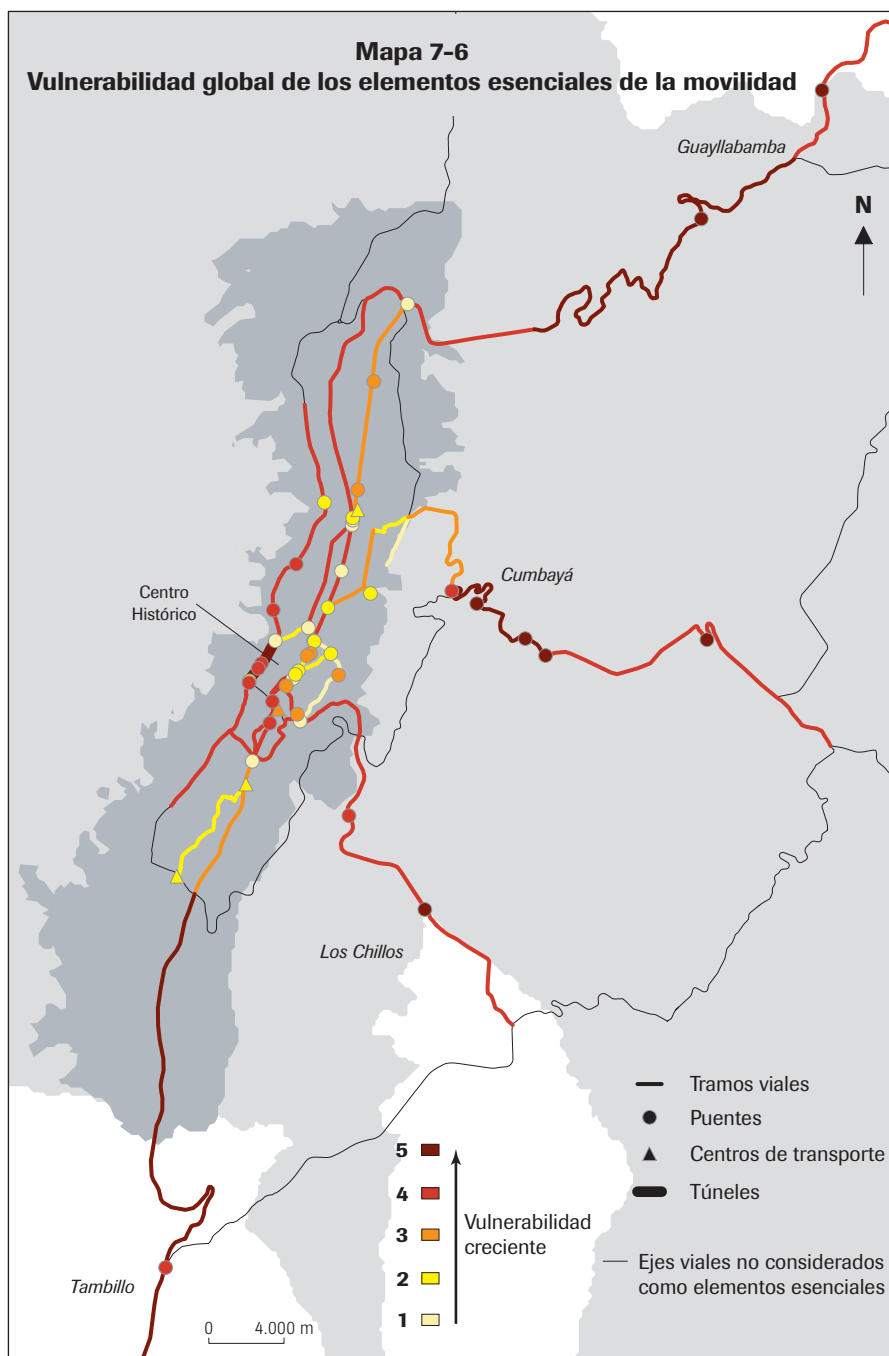


**Mapa 7-5**  
**Vulnerabilidad de los elementos esenciales**  
**de la movilidad en el DMQ –**  
**Túneles y centros de transporte**  
 (continuación)



Fuente: Demoraes (2004)

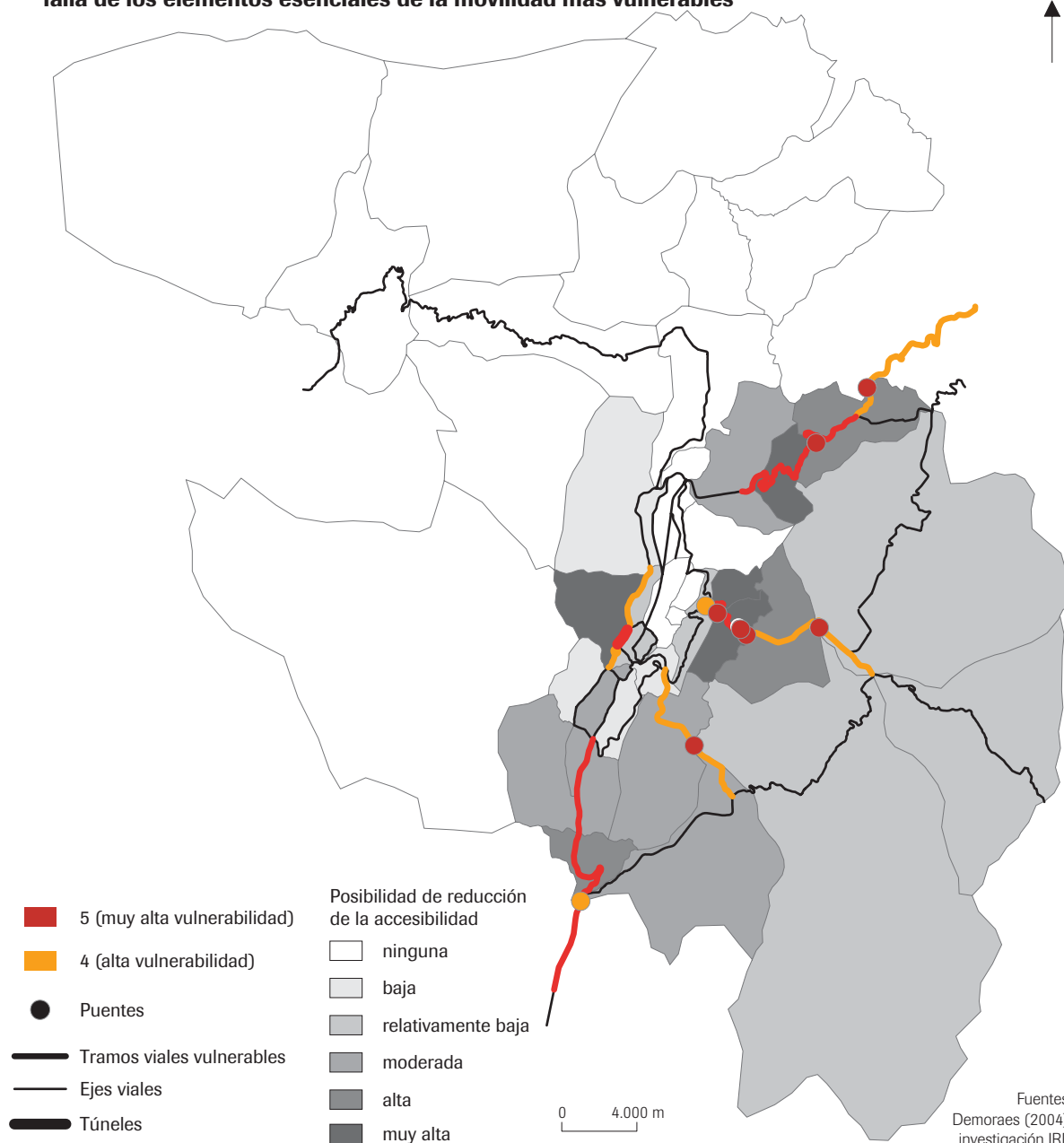
**Mapa 7-6**  
**Vulnerabilidad global de los elementos esenciales de la movilidad**



Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD

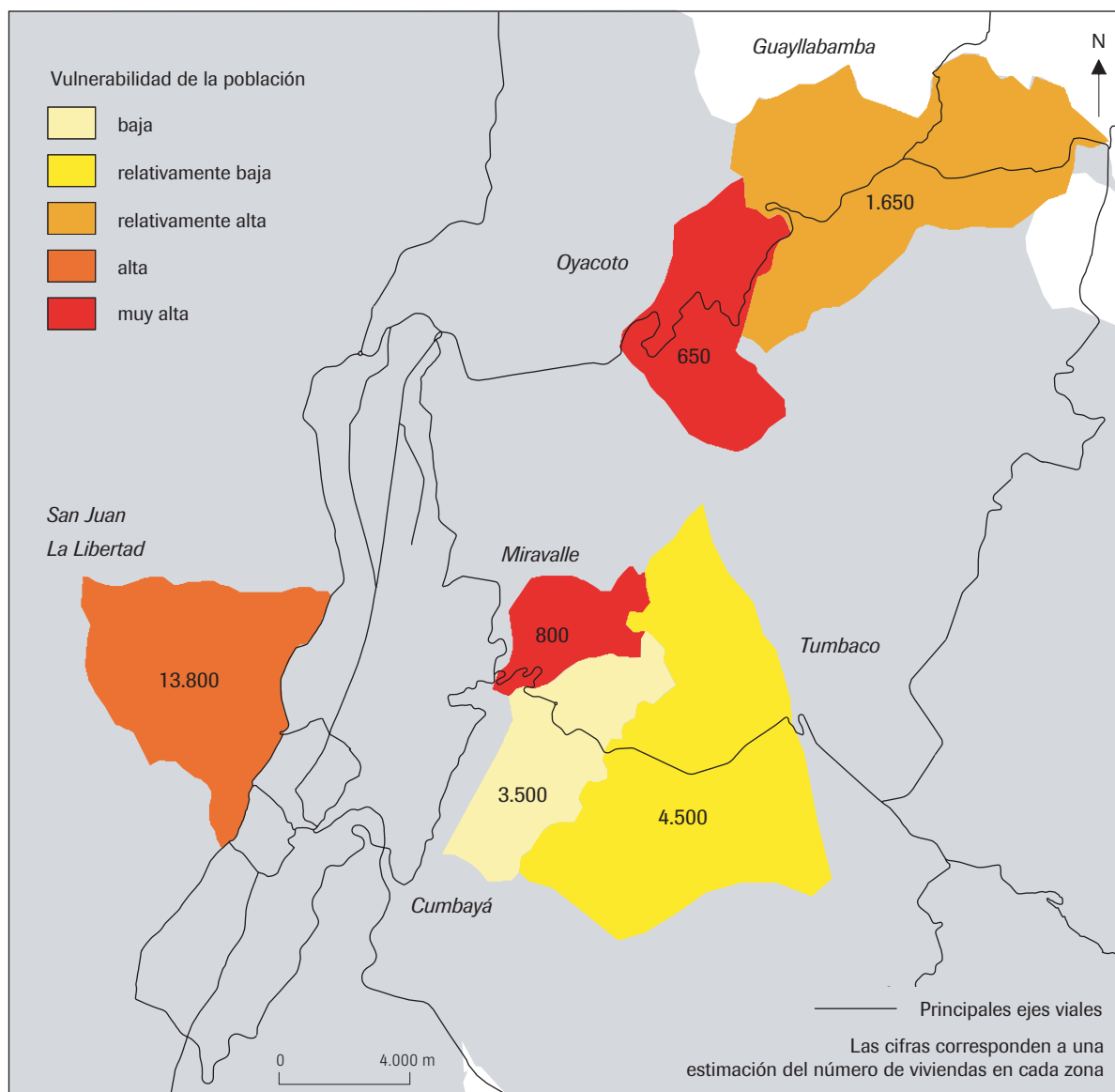


**Mapa 7-7: Zonas que pueden ver reducida su accesibilidad en caso de falla de los elementos esenciales de la movilidad más vulnerables**



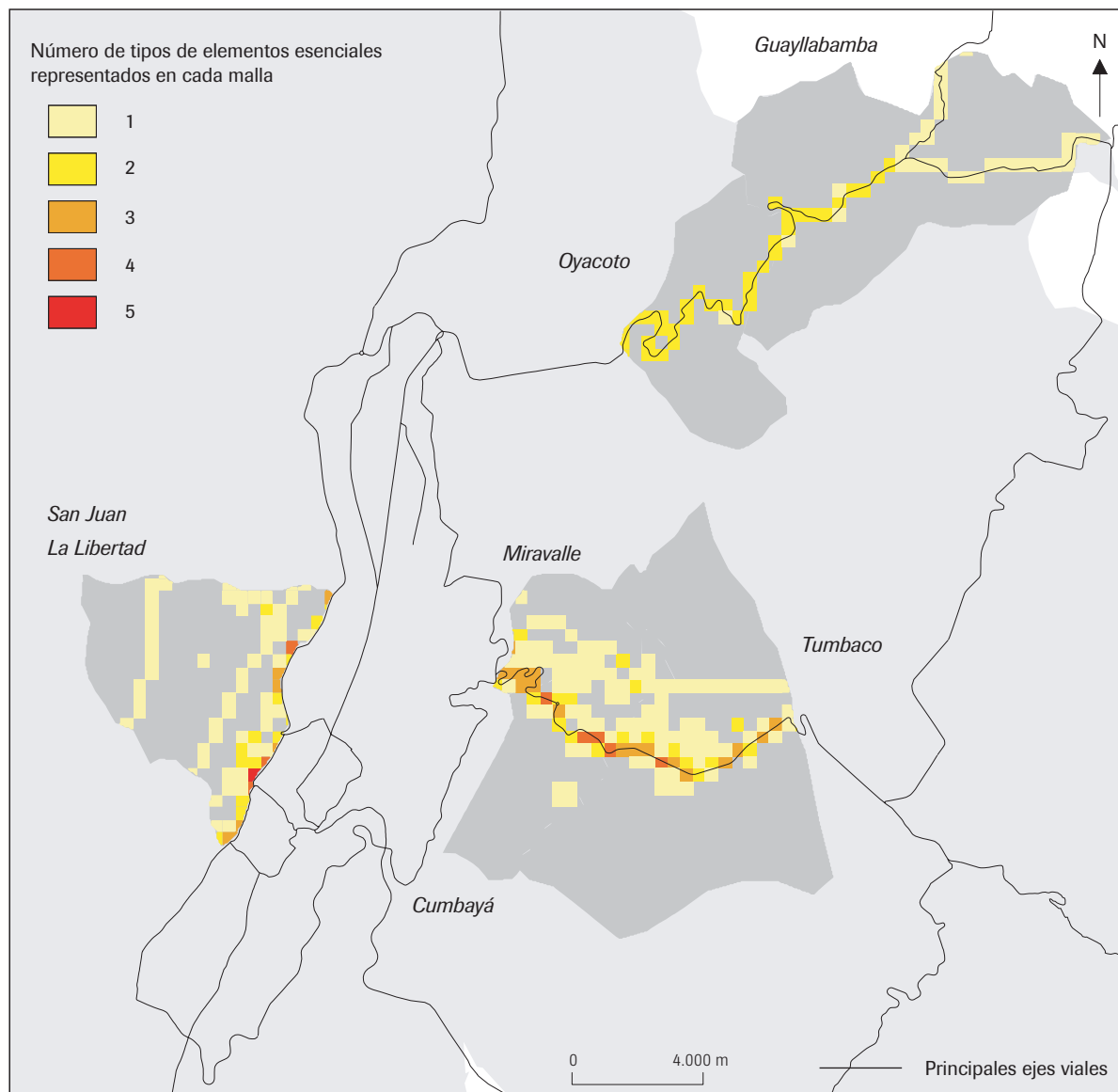
Fuentes:  
Demoraes (2004),  
investigación IRD

**Mapa 7-8: Vulnerabilidad de la población en las zonas con probabilidad de sufrir una fuerte reducción de su accesibilidad e incluso un total aislamiento**



Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD

**Mapa 7-9: Localización de los elementos esenciales de funcionamiento del DMQ en las zonas con probabilidad de sufrir una fuerte reducción de su accesibilidad e incluso un total aislamiento**



Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD